

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Juli 2005 (28.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/069458 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01T 1/20**, 2/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000048

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2005 (12.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 002 582.7 13. Januar 2004 (13.01.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MENKE, Peter**
[DE/DE]; Rödentaler Strasse 31, 96237 Oberfüllbach
(DE).

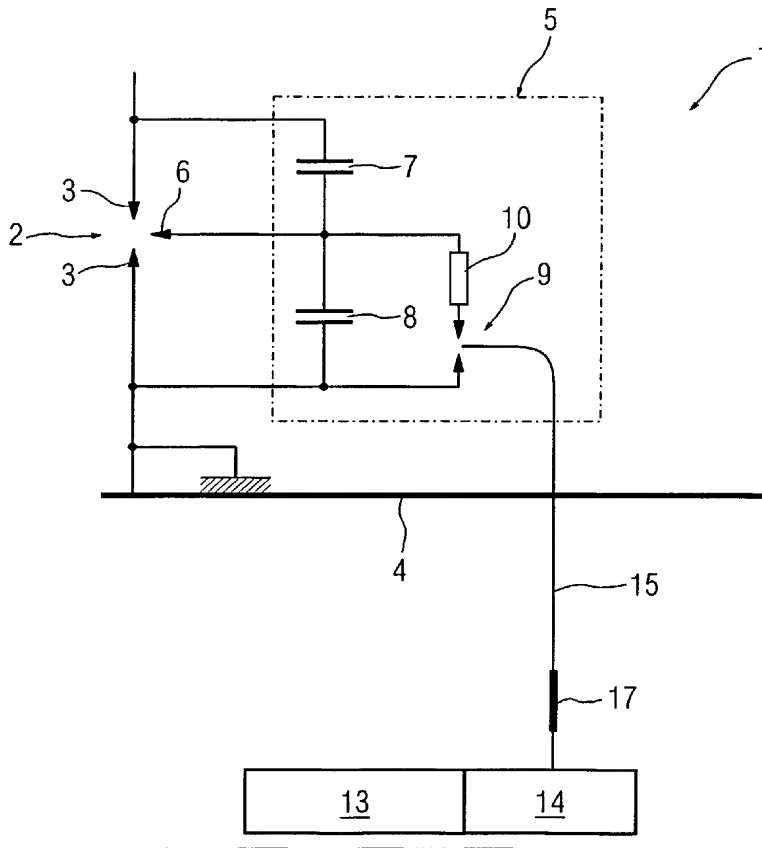
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICALLY IGNITED SPARK GAP

(54) Bezeichnung: OPTISCH GEZÜNDETE FUNKENSTRECKE



(57) Abstract: The invention relates to an overvoltage protector (1) comprising a spark gap (2) with opposing electrodes (3) and a light source for generating an ignition light in accordance with the trigger signals of a control unit, said ignition light being configured to directly ignite the spark gap (2). The aim of the invention, is to facilitate a reliable ignition of the spark gap. To achieve this, the overvoltage protector is equipped with an optical fibre (15) for conducting the ignition light to the spark gap (2).

(57) Zusammenfassung: Um einen Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke (2) eingerichtet ist, bereitzustellen, mit dem ein sicheres Zünden der Funkenstrecke ermöglicht ist, wird ein Lichtwellenleiter (15) zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke (2) vorgeschlagen.

WO 2005/069458 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Optisch gezündete Funkenstrecke

Die Erfindung betrifft einen Überspannungsschutz mit einer Funkenstrecke, die einander gegenüberliegende Elektroden aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke eingerichtet ist.

Ein solcher Überspannungsschutz ist aus der DE 197 18 660 A1 bereits bekannt. Der dort beschriebene Überspannungsschutz weist eine Funkenstrecke auf, die aus zwei einander gegenüberliegenden Elektroden besteht. Zum Zünden der Funkenstrecke ist ein gepulster Stickstofflaser vorgesehen, dessen im UV-Bereich liegenden Laserpulse in einem von den Elektroden begrenzten Gasraum gelenkt werden. Zum Einkoppeln des Zündlichtes in die mit einem Gehäuse umgebene Funkstrecke ist ein für das UV-Licht durchlässiges Fenster aus Quarzglas vorgesehen. Zum Herabsetzen der zum Zünden der Funkenstrecke benötigte Energie der Lichtpulse, ist zwischen den Elektroden ein Metall-Aerosol bereitgestellt, so dass Zündelektronen durch Fotoemission erzeugbar sind.

Aus der DE 198 03 636 A1 ist ein Überspannungsschutzsystem mit einer Funkenstrecke bekannt, die über eine Zündelektrode zündbar ist. Zum Auslösen der Funkenstrecke dient ein Zündkreis, der aus einem kapazitiven Spannungsteiler mit einem Zündkondensator sowie aus einem Zündschaltelement besteht, an dem aufgrund des kapazitiven Spannungsteilers eine geringere Spannung abfällt als an den Hauptelektroden der Funkenstrecke. Übersteigt die an dem Zündschaltelement anliegende Span-

nung einen Schwellenwert wird dieses von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss unterbrochen ist, in seine stromführende Durchlassstellung überführt, so dass es zu einer Entladung des Zündkondensators kommt, der eine Funkenentladung zwischen der Zündelektrode und einer der Hauptelektroden herbeiführt und so die Zündung der Hauptfunkenstrecke auslöst.

Aktiv zündbare Funkenstrecken werden auch als Überspannungsschutz von Bauteilen eingesetzt, die auf isoliert aufgestellten Hochspannungsplattformen angeordnet sind.

Ein solcher Überspannungsschutz ist gemäß dem landläufigen Stand der Technik bereits bekannt. Figur 1 zeigt einen solchen Überspannungsschutz, der eine Hauptfunkenstrecke 2 mit Hauptelektroden 3 aufweist. Die Hauptelektroden sind parallel zu Reihenkondensatoren geschaltet, die an einem Drehstromwechselspannungsnetz auf Hochspannungspotential angeschlossen sind. Durch die Überbrückung mittels der Funkenstrecke wird der Kondensator vor zu hohen Spannungen geschützt. Die Reihenkondensatoren oder andere zu schützende elektronische Bauelemente sind auf einer isoliert aufgestellten Plattform 4 angeordnet, die über säulenförmige, figürlich nicht dargestellte Stützträger an einer sich auf Erdpotential befindlichen Umgebung abgestützt sind. So befindet sich beispielsweise die in Figur 1 unten gezeichnete Hauptelektrode 3 auf einem Hochspannungspotential, das demjenigen der Plattform 4 entspricht, während die in Figur 1 oben gezeichnete Hauptelektrode 3 sich auf dem Hochspannungspotential des Drehstromnetzes befindet. Zwischen den Hauptelektroden fällt eine Spannung zwischen etwa 60 kV und 160 kV ab, so dass die auf der Plattform 4 angeordneten Bauteile für diesen Spannungsabfall ausgelegt sind.

Zum aktiven Zünden der Funkenstrecke 2 ist ein Zündkreis 5 mit einer Zündelektrode 6 vorgesehen, wobei der Zündkreis 5 einen kapazitiven Spannungsteiler mit einem ersten Kondensator 7 und einem Zündkondensator 8 aufweist. Der Zündkondensator 8 ist durch einen Parallelzweig überbrückbar, in dem eine Auslösefunkenstrecke 9 und in Reihenschaltung zu dieser ein ohmscher Widerstand 10 angeordnet ist. Die Auslösefunkenstrecke 8 kann durch eine Steuerelektronik 11 in ihre Durchlassstellung überführt werden, in der ein Stromfluss über den Parallelzweig und somit eine Überbrückung des Zündkondensators 8 ermöglicht ist. Durch die Überbrückung wird die Zündelektrode 6 auf das Potential der unteren Hauptelektrode 3 gelegt, die jedoch räumlich näher an der oberen Hauptelektrode 3 angeordnet ist als die untere Hauptelektrode 3. Es entsteht eine Funkenentladung, die auf die untere Hauptelektrode 3 überspringt. Die Steuerelektronik 11 ist über eine Energieversorgung 12 mit der zum Auslösen der Auslösefunkenstrecke 9 notwendigen Energie versorgbar.

Die Zündung der Auslösefunkenstrecke 9 erfolgt aktiv. Dabei überwacht ein Schutzgerät 13 elektrische Messgrößen des Drehstromnetzes wie den Wechselstrom jeder Phase des Drehstromnetzes und/oder die an den elektronischen Bauteilen auf der Plattform 4 abfallende Spannung. Liegen Auslösebedingungen, wie beispielsweise das Überschreiten einer Schwellenspannung an dem Bauteil vor, erzeugt das Schutzgerät 13 ein Auslösesignal, das an einen Halbleiterlaser 14 übertragen wird, der daraufhin ein optisches Auslösesignal erzeugt, das über einen Lichtwellenleiter 15 der Steuerelektronik 11 zugeführt wird. Bei Empfang eines optischen Auslösesignals bewirkt die Steuerelektronik eine elektrische Auslösung der Funkenstrecke 2. Die Funkenstrecke 2 wird also nur indirekt oder mittelbar durch ein optisches Signal ausgelöst, dessen Lichtintensität

daher lediglich auf die Empfindlichkeit des opto-elektrischen Wandlers der Steuerelektronik abgestimmt ist.

Das Schutzgerät 13 sowie der Halbleiterlaser 14 befinden sich auf einem Erdpotential, so dass deren Zugang und Wartung im Bedarfsfall vereinfacht ist. Durch den Lichtwellenleiter 15 ist eine sichere Führung des Zündlichtes ermöglicht, wobei gleichzeitig die Isolierung zwischen der sich auf Hochspannungspotential befindlichen Plattform 4 und der sich auf Erdpotential befindlichen Bauteile 13 und 14 des Überspannungsschutzes 1 erhalten bleibt.

Aufgrund der notwendigen Elektronik mit Energieversorgung auf der Plattform ist der vorbekannte Überspannungsschutz kostenintensiv und aufwendig in der Wartung.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Überspannungsschutz der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem ein sicheres Zünden der Funkenstrecke ermöglicht ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Lichtwellenleiter zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Zündlicht von der Lichtquelle sicher über einen Lichtwellenleiter zur Funkenstrecke geführt. Hierzu ist es notwendig, dass das Material, aus dem Lichtwellenleiter besteht, eine für das Zündlicht ausreichend hohe optische Transparenz aufweist und Lichtabsorption mit dissipativer Wärmeentwicklung im Gefolge weitgehend vermieden sind. Die zum Zünden der Funkenstrecke benötigte Lichtleistung ist erfindungsgemäß so hoch, dass nach dem Austritt des Zündlichtes aus dem Lichtwellenleiter durch Photoemission und/oder Mehrphotonenabsorption oder andere Ef-

fekte eine ausreichende Anzahl von freien Ladungsträgern bereitgestellt ist, die von dem zwischen den Elektroden der Funkenstrecke herrschenden elektrischen Feld beschleunigt werden und einen Lichtbogen ausbilden.

Im Rahmen der Erfindung ist beispielsweise eine der Elektroden der Funkenstrecke geerdet, wohingegen sich die andere Hauptelektrode auf einem diesbezüglich höheren Potential befindet. Dieser Fall ist in der Praxis jedoch nicht relevant.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind die Hauptelektroden jedoch auf einer elektrisch isoliert aufgestellten Plattform angeordnet, die sich auf einem Hochspannungspotential befindet und zum Tragen von Bauteilen vorgesehen ist, die an ein Hochspannungsdrehstromnetz anschließbar sind, wobei die Lichtquelle geerdet ist. Mit anderen Worten ist die Lichtquelle nicht auf der Plattform angeordnet, sondern in der Umgebung, die geerdet ist und mit der die Lichtquelle elektrisch leitend verbunden ist. Dabei dient der Überspannungsschutz zum Schutz von auf der Plattform angeordneten Bauteilen wie Kondensatoren, Spulen und dergleichen. Der isolierend wirkende Lichtwellenleiter erstreckt sich zwischen der Plattform und der geerdeten Lichtquelle, so dass die Steuerung der Funkenstrecke bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Isolierung der Plattform gegenüber dem Erdpotential ermöglicht ist.

Zweckmäßigerweise weist die Lichtquelle einen Pumplaser auf, der zum optischen Pumpen eines Faserlasers eingerichtet ist, wobei ein aktives Medium des Faserlasers in einem Abschnitt des Lichtwellenleiters ausgebildet ist. Der besagte Abschnitt des Lichtwellenleiters ist mit einem optisch aktiven Material dotiert, welches das Pumplicht absorbiert, so dass bei aus-

reichend hoher Pumpleistung eine Besetzungsinversion ermöglicht ist. Hierbei unterstützt das Material des besagten Abschnitts des Lichtwellenleiters den Laserprozess. Durch den Faserlaser wird ein aufwändiges Einkoppeln des Zündlichtes in den Lichtwellenleiter vermieden. Das Licht breitet sich vielmehr nach Austritt aus dem Laserresonator des Lichtwellenleiters in dem Lichtwellenleiter selbst aus, so dass in Abhängigkeit der Pumpleistung hohe Zündlichtleistungen in dem Lichtwellenleiter erzeugbar sind.

Als Pumplaser eignen sich beliebige Pumplaser, die dem Fachmann als solche bestens bekannt sind. So ist der Pumplaser, beispielsweise Festkörperlaser wie ein Nd-YAG-Laser oder ein Halbleiterlaser, die eine Emissionswellenlänge im Absorptionsbereich der optisch aktiven Teilchen des Faserlasers aufweisen.

Vorteilhafterweise ist eine Optik zum Fokussieren des Zündlichtes vorgesehen. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung ist auf der Plattform zwischen der Funkenstrecke und dem austrittsseitigen Ende des Lichtwellenleiters eine Optik vorgesehen, die nach entsprechender Ausrichtung eine Fokussierung des Zündlichtes in dem Gasraum herbeiführt, der von den Hauptelektroden begrenzt ist. Durch die Bündelung des Zündlichtes wird die Lichtintensität im Fokusbereich so hoch, dass aufgrund nicht linearer Wechselwirkungen zwischen den Gasmolekülen und dem Laserlicht beispielsweise über Mehrphotonenabsorption freie Elektronen oder mit anderen Worten ein Laser induzierter optischer Durchbruch in der Funkenstrecke erzeugt wird. Durch das zwischen den Hauptelektroden herrschende elektrische Feld werden die freien Elektronen beschleunigt, so dass sich aufgrund des entstehenden Lawineneffektes ein Lichtbogen zwischen den Elektroden ausbildet, der

einen Spannungsabfall an dem zu schützenden Bauelement bewirkt.

Vorteilhafterweise ist das Zündlicht auf eine Oberfläche der Elektrode geführt, die der gegenüberliegenden Elektrode zugewandt ist. Bei dieser zweckmäßigen Weiterentwicklung wird die so genannte Photoemission zur Funkenauslösung ausgenutzt. Dabei wechselwirkt das Zündlicht mit dem Oberflächenmaterial der Elektrode. Aufgrund dieser Wechselwirkung werden aus dem Elektrodenmaterial Elektronen freigesetzt, die zum Auslösen der Funkenstrecke führen. Dabei ist auch eine Fokussierung des Zündlichtes möglich.

Abweichend hiervon ist eine solche Ausrichtung des Lichtwellenleiters gewählt, dass die Oberfläche der Hauptelektrode im Wege des aus dem Lichtwellenleiter austretenden Zündlichtes liegt. Dabei trifft beispielsweise ein nicht fokussiertes Zündlicht recht- oder spitzwinklig auf die Oberfläche der Elektrode. Entscheidend ist bei beiden Varianten, dass aufgrund der Wechselwirkung zwischen dem Elektrodenmaterial eine für das Auslösen der Funkenstrecke notwendige Anzahl freier Ladungsträger bereitgestellt ist. Ein Abschmelzen des Lichtwellenleiterendes in der gezündeten Funkenstrecke wird auf diese Weise vermieden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung fällt das Zündlicht quer zum elektrischen Feld zwischen den Hauptelektroden ein, wobei das Zündlicht entlang der Oberfläche einer Hauptelektrode geführt und dabei den Austritt von Elektronen aus dem Oberflächenmaterial bewirkt. Auch hier löst der Effekt der Photoemission die Funkenentladung aus.

Vorteilhafterweise ist das von der Lichtquelle abgewandte freie Ende des Lichtwellenleiters in einer Elektrode angeordnet. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung tritt der Lichtstrahl parallel zu den Feldlinien des zwischen den Hauptelektroden herrschenden elektrischen Feldes aus dem Lichtwellenleiter aus. Zum Schutz des Lichtwellenleiters vor dem Wegschmelzen ist das Austrittsende des Lichtwellenleiters in einer Hauptelektrode vertieft angeordnet, so dass der Lichtwellenleiter vom Zündlichtbogen beabstandet bleibt.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Funkenstrecke Teile eines Zündkreises zum Zünden einer Hauptfunkenstrecke. Die Hauptfunkenstrecke ist beispielsweise parallel zu einem gegen Überspannungen zu schützenden Bauteil geschaltet. Dabei kann die Funkenstrecke zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit mehrere Teilfunkenstrecken aufweisen, die in Reihenschaltung zueinander angeordnet sind und von denen nur eine unmittelbar durch Licht gezündet wird. Durch das Zünden nur einer oder eines Teils der in Reihe geschalteten Teilfunkenstrecken erhöht sich die an den noch nicht gezündeten Teilfunkenstrecken abfallende Spannung, so dass diese ebenfalls gezündet werden. Dies gilt entsprechend für die Reihenschaltung von Funkenstrecken, die nicht Teil eines Zündkreises sind, sondern unmittelbar parallel zu den zu schützenden Bauteil angeordnet sind. Mit anderen Worten sind beliebige Verschaltungen von Funkenstrecken gemäß der vorliegenden Erfindung möglich.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleich wirkende Bauteile mit gleichem Bezugszeichen versehen sind und wobei

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzes gemäß dem Stand der Technik und

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes zeigt.

Figur 1 zeigt ein vorbekanntes Ausführungsbeispiel eines Überspannungsschutzes 1 gemäß dem Stand der Technik, das bereits weiter oben beschrieben wurde.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes 1, der parallel zu einem auf der Plattform 4 angeordneten und figürlich nicht dargestellten Bauelement, wie beispielsweise einem Hochspannungskondensator, geschaltet ist. Dabei ist der Hochspannungskondensator in Reihe in eine Phase eines Hochspannungsdrehstromnetzes geschaltet. Zur Vermeidung hoher Potentialdifferenzen sind die mit der Hochspannungsleitung des Drehstromnetzes koppelbaren Bauelemente auf der Plattform 4 angeordnet, die beispielsweise über Stützträger aus Keramik, Gießharz oder dergleichen isoliert auf einer auf Erdpotential liegenden Umgebung gehalten ist.

Der Überspannungsschutz 1 umfasst in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine aus den Hauptelektroden 3 bestehende Hauptfunkenstrecke 2, die mittels der Zündelektrode 6 zündbar ist. Zum Auslösen dient der Zündkreis 5, der - wie die Zündelektrode - auf der Plattform 4 angeordnet ist und sich somit auf einem Hochspannungspotential befindet. Der Zündkreis 5 besteht aus einem kapazitiven Spannungsteiler, der aus dem Kondensator 7 sowie dem Zündkondensator 8 besteht, die in Reihe zueinander geschaltet sind. Der Zündkondensator 8 ist durch einen Überbrückungszweig überbrückbar, in dem der ohm-

sche Widerstand 10 sowie eine Auslösefunkenstrecke 9 als Funkenstrecke in Reihe angeordnet sind.

Auf Erdpotential liegen hingegen das Schutzgerät 13 sowie ein Pumplaser 16. Der Pumplaser 16 dient, im Gegensatz zu dem Laser 13 gemäß Figur 1, nicht zur Erzeugung eines Zündlichtes, das in den Lichtwellenleiter 15 einkoppelbar ist, sondern zum Pumpen eines Faserlasers 17, der als Abschnitt des Lichtwellenleiters 15 ausgebildet ist und aus einem Wirtskristall besteht, der mit optisch aktiven Teilchen dotiert ist. Der für das Pumplicht des Pumplasers 16 durchlässige Wirtskristall unterstützt die optisch aktiven Teilchen bei der Erzeugung der Besetzungsinversion, so dass ein Laserbetrieb des Faserlasers 17 ermöglicht ist.

Das Schutztechnikgerät 13 ist mit figürlich nicht dargestellten Messgebern wie Spannungsmessern verbunden, so dass die an einem zu überwachenden Bauteil abfallende Spannung dem Schutzgerät 13 zuführbar sind.

Der in Figur 2 gezeigte Überspannungsschutz 1 wirkt folgendermaßen:

Das Schutzgerät 13 vergleicht die vom Spannungsmesser zugeführten Spannungswerte beispielsweise mit einem Schwellenwert. Abweichend hiervon leitet das Schutzgerät aus Stromwerten der Messgeräte einen Spannungswert ab. Übersteigen die Spannungswerte den Schwellenwert, löst das Schutzgerät 13 einen elektrischen Auslöseimpuls aus, der dem Pumplaser 16 zugeführt wird. Nach Empfang des Auslöseimpulses wird vom Pumplaser 16 ein Pumplicht erzeugt, das einen Laserpuls des Faserlasers 17 freisetzt. Der Laserpuls des Faserlasers 17 wird Zündlicht genannt. Das vom Faserlaser 17 ausgehende Zündlicht wird über den Lichtwellenleiter 15 zur Auslösefunkenstrecke 9

geführt, die von einem nicht dargestellten Gehäuse abgedichtet ist. Das Gehäuse ist mit einem Gas befüllt. Dabei ist das freie Ende des Lichtwellenleiters so in dem Gehäuse angeordnet, dass das aus dem Lichtwellenleiter 15 austretende Zündlicht quer zu dem von den Elektroden der Auslösefunkenstrecke 9 erzeugten elektrischen Feld in den von den Elektroden begrenzten Gasraum einfällt. Das Laserlicht des Faserlasers 17 ist so intensiv, dass ein optischer Durchbruch in der Auslösefunkenstrecke 8 erzeugt und somit die Auslösefunkenstrecke 8 gezündet wird. Durch die bereits im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebene Verschaltung wird der Durchbruch der Funkenstrecke 3 erzeugt, so dass das parallel geschaltete Bauteil vor überhöhten Spannungen geschützt ist.

Bei einem hiervon abweichenden figürlich nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist der oder die Lichtwellenleiter direkt zur Hauptfunkenstrecke geführt. Die Hauptfunkenstrecke ist somit optisch zündbar. Auf diese Weise ist ein kostspieliger Zündkreis überflüssig geworden. Die daraus gewonnenen Kostenvorteile kompensieren die Kosten für den Pumplaser und den Faserlaser.

Patentansprüche

1. Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, mit einer Lichtquelle zur Erzeugung eines Zündlichtes in Abhängigkeit von Auslösesignalen einer Steuerungseinheit, wobei das Zündlicht zum unmittelbaren Zünden der Funkenstrecke (2) eingerichtet ist,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
einen Lichtwellenleiter (15) zum Führen des Zündlichtes zur Funkenstrecke (2).

2. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Elektroden (3) auf einer elektrisch isoliert aufgestellten Plattform (4) angeordnet sind, die sich auf einem Hochspannungspotential befindet und zum Tragen von Bauteilen vorgesehen ist, die an ein Hochspannungsdrehstromnetz anschließbar sind, und dass die Lichtquelle geerdet ist.

3. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Lichtquelle einen Pumplaser (16) aufweist, der zum optischen Pumpen eines Faserlasers (17) eingerichtet ist, wobei ein aktives Medium des Faserlasers (17) in einem Abschnitt des Lichtwellenleiters (15) ausgebildet ist.

4. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Optik zum Fokussieren des Zündlichtes.

5. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Zündlicht auf einer Oberfläche der Elektrode (3) geführt
ist, die der gegenüberliegenden Elektrode (3) zugewandt ist.

6. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das von der Lichtquelle abgewandte freie Ende des Lichtwellenleiters (15) in einer Elektrode (3) angeordnet ist.

7. Überspannungsschutz nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Funkenstrecke Teil eines Zündkreises (5) zum Zünden einer Hauptfunkenstrecke ist.

FIG 1
(Stand der Technik)

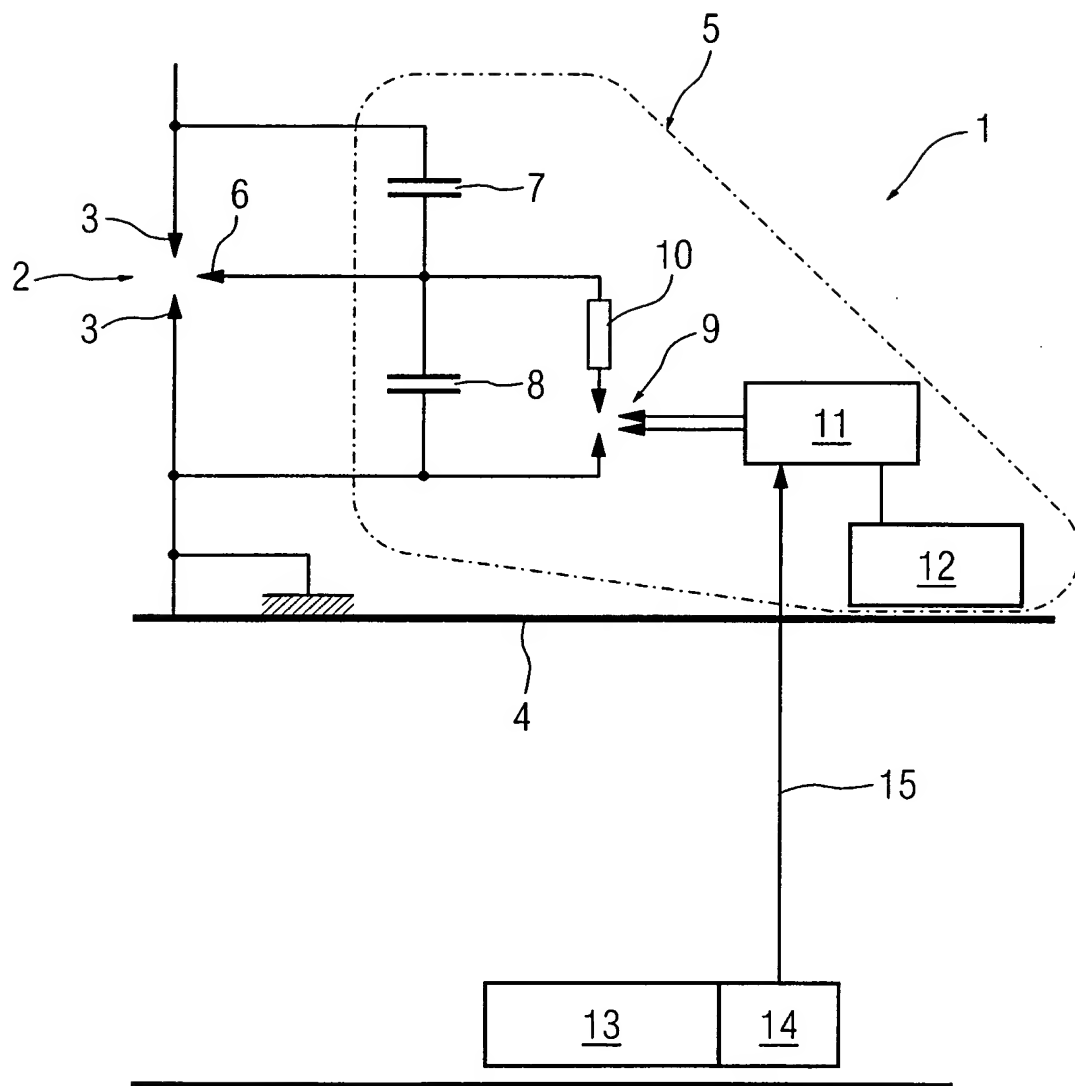
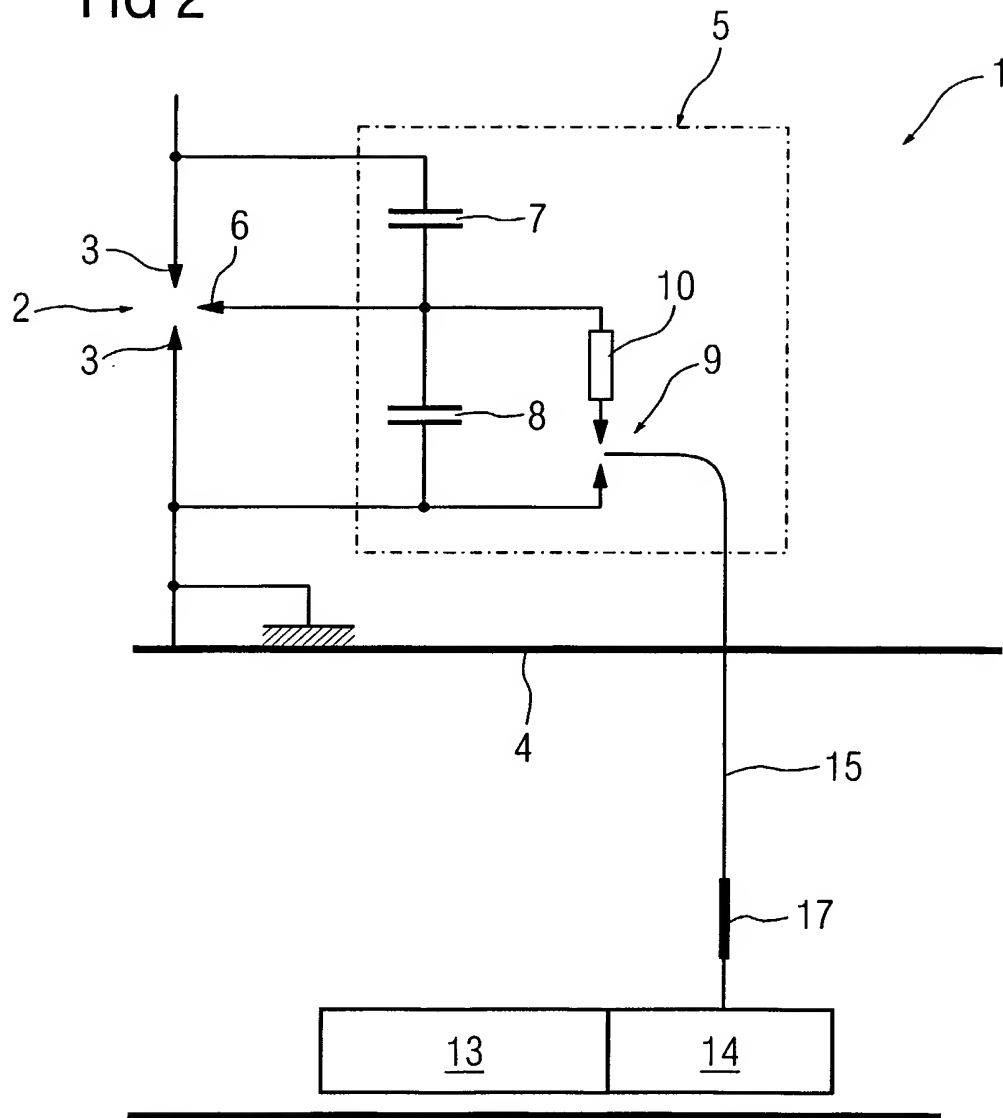


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01T1/20 H01T2/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 197 18 660 A1 (FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH, 76133 KARLSRUHE, DE; FORSCHUNGSZENTR) 19 November 1998 (1998-11-19) cited in the application claim 7; figure 2	1
Y	US 5 399 941 A (GROTHAUS ET AL) 21 March 1995 (1995-03-21) column 3, line 8 - line 28; figures 1,2 ----- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 2005

Date of mailing of the international search report

17/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bijn, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000048

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>LIOU R ET AL: "AN OPTICALLY TRIGGERED, GLOW SWITCH MARX BANK" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 37, no. 6, 1 June 1990 (1990-06-01), pages 1591-1593, XP000160743 ISSN: 0018-9383 page 1592, left-hand column, line 11 - line 17; figure 1b</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000048

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19718660	A1	19-11-1998	DE 59800537 D1	19-04-2001
			WO 9850990 A1	12-11-1998
			EP 0979548 A1	16-02-2000
			JP 2000513139 T	03-10-2000
<hr/>				
US 5399941	A	21-03-1995	NONE	
<hr/>				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01T1/20 H01T2/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 197 18 660 A1 (FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH, 76133 KARLSRUHE, DE; FORSCHUNGSZENTR) 19. November 1998 (1998-11-19) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 7; Abbildung 2 -----	1
Y	US 5 399 941 A (GROTHAUS ET AL) 21. März 1995 (1995-03-21) Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 28; Abbildungen 1,2 ----- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bijn, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>LIQIU R ET AL: "AN OPTICALLY TRIGGERED, GLOW SWITCH MARX BANK" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 37, Nr. 6, 1. Juni 1990 (1990-06-01), Seiten 1591-1593, XP000160743 ISSN: 0018-9383 Seite 1592, linke Spalte, Zeile 11 - Zeile 17; Abbildung 1b</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000048

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19718660	A1	19-11-1998	DE 59800537 D1	19-04-2001
			WO 9850990 A1	12-11-1998
			EP 0979548 A1	16-02-2000
			JP 2000513139 T	03-10-2000
<hr/>				
US 5399941	A	21-03-1995	KEINE	
<hr/>				